

*nouvelles données sur la datation
des dépôts miocènes de l'algarve (portugal),
et l'évolution géologique regionale*

M. T. ANTUNES *
G. BIZON **
A. NASCIMENTO *
J. PAIS*

* Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova
de Lisboa, Quinta da Torre, 2825 Monte da Caparica (PORTUGAL).

** BEICIP, 232 Avenue Napoléon Bonaparte, 92500 Rueil-
Malmaison (FRANCE).

Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 6	pp. 153-168 figs. 1-2	1981
-------------------------	--------	-------	--------------------------	------

RESUMO

Apresentam-se resultados de trabalhos sobre o Neogénico do Algarve realizados por investigadores do Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da U. N. L. desde 1977.

O estudo pormenorizado de vários cortes geológicos, com pesquisa de nanoplâncton calcário, foraminíferos planctónicos, ostracodos, peixes, mamíferos, etc. permitiu obter elementos de datação e de correlação conducentes a nova interpretação do Miocénico algarvio.

Foi possível caracterizar e datar as seguintes unidades:

- a) Formação carbonatada de Lagos-Portimão, de fácies marinha de idade Miocénico inferior (Aquitânico ? e essencialmente Burdigaliano) podendo atingir o Langhiano inferior.
- b) Série, essencialmente arenosa, de fácies continental com intercalação marinha, de Arrifão, Olhos de Água e praia do hotel Auramar, do Miocénico médio (Langhiano-Serravaliano).
- c) Depósitos marinhos (espongolitos-diatomitos, conglomerados, areias, siltes e calcários) de Tunes-Mem Moniz, Ponte das Lavadeiras (Faro), Arroiteia (Fuzeta) e Luz de Tavira, correspondentes, ao menos em grande parte, aos primeiros tempos do Miocénico superior (Tortoniano inferior).
- d) Formação de Cacela, com três membros: inferior (conglomerados e areias), médio (siltes amarelos) e superior (siltes cinzentos) do Tortoniano terminal e, sobretudo, do Messiniano.

Apresenta-se, ainda, uma interpretação da evolução tectónica e paleogeográfica do litoral sul português no Miocénico, tendo em conta o seu enquadramento na parte meridional da península ibérica (depressão do Guadalquivir, bacias no Maciço Bético e, de modo geral, no Levante espanhol), estabelecendo-se igualmente comparação entre o vulcanismo neogénico desta região e manifestações semelhantes documentadas no Algarve (basanitos de Figueira-Portimão, por ex.).

RÉSUMÉ

On présente les résultats de recherches sur le Néogène de l'Algarve réalisées depuis 1977 dans le cadre du Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da U. N. L.

L'étude détaillée de plusieurs coupes, ainsi que celle des récoltes de nannoplancton calcaire, foraminifères planctoniques, ostracodes, poissons, mammifères, etc., ont permis d'obtenir de nombreuses données concernant la datation et des corrélations. En conséquence nous sommes arrivés à une nouvelle interprétation du Miocène de l'Algarve.

On a caractérisé et daté les unités suivantes:

- a) Formation carbonatée de Lagos-Portimão, à faciès marin, datée du Miocène inférieur (Aquitainien ? et essentiellement Burdigalien), atteignant peut-être le Langhien inférieur.
- b) Série essentiellement sableuse, continentale avec une intercalation marine littorale, affleurant à Arrifão, Olhos de Água et à la plage de l'hôtel Auramar, du Miocène moyen (Langhien-Serravalien).

c) Dépôts marins (spongolithes-diatomites, conglomérats, sables, silts et calcaires) de Tunes-Mem Moniz, Ponte das Lavadeiras (Faro), Arroiteia (Fuzeta) et Luz de Tavira, datés, au moins pour la plupart, des premiers temps du Miocène supérieur (Tortonien inférieur).

d) Formation de Cacela, avec trois membres: inférieur (conglomérats et sables), moyen (silts jaunes) et supérieur (silts gris) du Tortonien terminal et surtout du Messinien.

On présente également une interprétation concernant l'évolution tectonique et paléogéographique de la région littorale Sud du Portugal durant le Miocène, compte-tenu de son encadrement dans la partie méridionale de la Péninsule Ibérique (Dépression du Guadalquivir, bassins du Massif Bétique et, d'une façon générale, du Levant espagnol), en établissant aussi des comparaisons entre le volcanisme néogène de cette région et des épisodes semblables documentés en Algarve (basanites de Figueira-Portimão, par ex.).

ABSTRACT

This paper presents a resume of the results achieved by researchers of the Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da U. N. L. on the Neogene of Algarve, since 1977.

The detailed study of several profiles as well as that of calcareous nannoplanton, planktonic foraminifera, ostracoda, fishes and mammals allowed to obtain data and correlation elements leading to a new interpretation of the Miocene of Algarve.

It was possible to date and to characterize the following units:

- a) Carbonate formation of Lagos-Portimão, of marine facies, ascribed to the Lower Miocene (Aquitainian ? and mainly Burdigalian), possibly attaining the Lower Langhian.
- b) Essentially arenaceous series of continental facies with a marine intercalation of Arrifão, Olhos de Água and Auramar Hotel beach, middle Miocene (Langhian-Serravalian) in age.
- c) Marine (tripoli, conglomerates, sands and limestones) deposits of Tunes-Mem Moniz, Ponte das Lavadeiras (Faro), Arroiteia (Fuzeta) and Luz de Tavira, corresponding, at least partially, to the first part of the upper Miocene (Lower Tortonian).
- d) Cacela formation with three members:
The lower member (conglomerates and sands), the middle (yellow silts) and the upper ones (gray silts), uppermost Tortonian and mainly Messinian in age.

An interpretation of the tectonic and paleogeographic evolution of the portuguese littoral during the Miocene is also presented considering its insertion in the meridional part of the Peninsula (Guadalquivir depression, Betic massif basins and in the spanish Levant in general).

Comparisons among the Neogene vulcanism of this region and similar manifestations documented in Algarve (basanite of Figueira-Portimão, etc.) are established.

I. DONNÉES ET INTERPRÉTATIONS PRÉCÉDENTES

Les connaissances traditionnelles sur les dépôts néogènes de l'Algarve donnaient un panorama très incomplet. En essayant d'en faire le point, on considérait la présence :

— de dépôts essentiellement carbonatés à mollusques qui leur assigneraient un âge «helvétien», représentés surtout en Algarve occidentale; on a même adopté des désignations (V-b, VI-c) employées pour des divisions classiques du Miocène lisbonnais, donnant une impression tout à fait fautive de précision, alors que de telles corrélations avec le Langhien (V-b), le Serravallien supérieur (VI-c) n'ont jamais été justifiées et pour la plupart sont trop loin de la vérité.

— d'assises détritiques quelquefois grossières mais surtout de sables fins ou de silts dans la partie orientale de l'Algarve. Le remarquable gisement de la rivière de Cacela, appartenant à cet ensemble, a livré une riche faune malacologique qui indiquerait un âge tortonien (selon COTTER in DOLLFUS *et al.*, 1903-1904) et/ou «sahélien» (BOURCART & ZBYSZEWSKI, 1940; CHAVAN, 1940); un âge pliocène a été admis pour les couches supérieures sur la base, notamment, de la présence de *Chlamys excisa*.

— de sables et quelques niveaux à galets de couleur rouge prédominante, rapportés au Plio-Pleistocène. Il sont hors du cadre de cette note.

Les idées en question reposent sur une base peu solide. D'abord, parce que la lithostratigraphie était très mal connue, aucune coupe n'ayant été publiée sauf un schéma fort imprécis concernant Monte Alto, Cacela (BOURCART & ZBYSZEWSKI, *id.*, fig. 7). Ensuite parce que la datation était fondée exclusivement sur les faunes malacologiques (PEREIRA da COSTA, 1866; DOLLFUS *et al.*, 1903-1904; CHAVAN, 1940; VEIGA-FERREIRA, 1951), dont les indications chronologiques ne sont pas assez précises.

Réagissant contre un tel état de choses, tout à fait insuffisant en face des besoins actuels et notamment des

contributions à présenter dans le cadre du Projet IGCP n.º 25 (IUGS/UNESCO) «Stratigraphic correlation Tethys-Paratethys Neogene», le «Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa» a poursuivi dès 1977 des recherches sur le terrain et promu des travaux paléontologiques destinés à améliorer la connaissance des formations néogènes et de leur âge, seul moyen d'établir des corrélations satisfaisantes.

Ces objectifs demandent des efforts très considérables, car les faciès sont, pour la plupart, défavorables à la recherche d'organismes planctoniques; pour surmonter leur pauvreté il a été souvent nécessaire de laver de grandes quantités de sédiments, à une échelle énorme par rapport aux volumes habituels en micropaléontologie.

Un long chemin reste à parcourir, d'autant plus que certains dépôts néogènes viennent à peine d'être reconnus, en partie grâce à des travaux de cartographie géologique et en hydrogéologie menés, respectivement, par les «Serviços Geológicos de Portugal» G. Manuppella et par le «Centro de Geociências da Universidade de Lisboa», et en partie en conséquence de nos recherches.

Des interprétations nouvelles ont été présentées, dans des essais de synthèse (ANTUNES in RIBEIRO *et al.*, 1979; ANTUNES, 1979; ANTUNES & PAIS, 1980, schéma de l'aire 305, Algarve, préparé pour le Secrétariat du Projet IGCP n.º 25), traduisant déjà des résultats de travaux paléontologiques sur des foraminifères planctoniques (G. BIZON), nannoplancton calcaire (C. MÜLLER), spicules de spongiaires (J. PAIS), ostracodes (A. NASCIMENTO), poissons (S. JONET, M. T. ANTUNES), reptiles et mammifères (M. T. ANTUNES). L'étude des diatomées, des characées et des gastéropodes limniques est à peine commencée. On a montré notamment (ANTUNES, 1979) que l'âge de la formation carbonatée de Lagos — Portimão était bien aquitanien (?) et burdigalien, donc bien plus ancien que l'«Helvétien» ou «Helvétien supérieur» des auteurs; que, vers le centre, une partie très considérable des assises sableuses considérées comme plio-pleistocènes dataient en fait du Miocène moyen; enfin, on émettait l'hypothèse d'un âge messinien pour la série de Cacela en Algarve orientale.

Le moment est venu de publier une mise au point des connaissances actuelles concernant successivement:

- a) la formation carbonatée de Lagos-Portimão en Algarve occidentale;
- b) la série sableuse de Olhos de Água et ses rapports avec les couches de Auramar et les conglomérats à huîtres et Pectinidés de Albufeira;
- c) dépôts marins de Faro-Luz de Tavira-Tavira;
- d) assises continentales et marines à l'intérieur de l'Algarve-Mem Moniz, Tunes;
- e) la formation de Cacela, avec trois membres: inférieur, moyen et supérieur;
- f) l'évolution géologique de la région pendant le Miocène.

Le cas échéant, on discutera certains points de la problématique en cause.

II. NOUVELLES DONNÉES, CONCLUSIONS

a) Formation Carbonatée de Lagos-Portimão

Des coupes relevées par A. NASCIMENTO et par M. T. ANTUNES & J. PAIS ont permis de reconnaître les caractères essentiels. Les falaises côtières montrent surtout des biocalcarénites plus ou moins compacts et indurés, correspondant à des faciès très littoraux à haute énergie. D'après des mollusques ils ont été parallélisés avec l'«Helvétien» (COTTER in DOLLFUS *et al.*, 1903-1904; COTTER in CHOFFAT, 1950, p. 168), voir même avec l'«Helvétien» V-b et l'«Helvétien» VI-c de Lisbonne (VEIGA-FERREIRA, 1951). Pourtant il faudrait absolument justifier mieux de telles corrélations qui concernent en fait des niveaux bien datés du Langhien et du Serravallien supérieur (cf. ANTUNES in RIBEIRO *et al.*, 1979).

Les sédiments sont pauvres en organismes planctoniques, mais on a réussi à en obtenir un certain nombre. Par contre, le lavage du remplissage de poches de décalcification a donné de nombreux restes de vertébrés (ANTUNES, JONET & NASCIMENTO, en publication).

COUPE DE PRAIA GRANDE — PRAIA DA MARINHA

À PRAIA GRANDE — Foraminifères planctoniques et benthoniques (b)

Couche 1 (Base de la coupe)

Globigerinoides subquadratus BRONNIMANN
Globigerinoides sp.

Couche 2

Globigerina sp.
Globorotalia cf. *obesa* BOLLI

(b)

Globulina sp.

(¹) Nous estimons qu'il y a déjà assez de données pour considérer formellement cette unité, que nous avons désigné par «série carbonatée de l'Algarve occidentale», comme une formation.

Couche 4

Globigerinoides trilobus (REUSS)
Turborotalia quinqueloba (NATLAND)

Couche 6

Globigerinoides trilobus (REUSS)
Globigerina praebulloides BLOW

Couche 7

Indéterminable, peut-être *Orbulina suturalis* BRONNIMANN (?) ou
Praeorbulina douteuse

Couche 17

Globigerinoides bisphericus TODD (?)
Globoquadrina baroemoenensis (LE ROY)
Autres indéterminables

(b)

Globulina sp.

(b)

Bulimina sp.

Couche 21

Globigerinoides subquadratus BRONNIMANN
Hastigerina praesiphonifera BLOW (?)
Autres indéterminables

À PRAIA DA MARINHA:

Couche 25

Globigerinoides trilobus (REUSS)
Globigerinoides subquadratus BRONNIMANN
Globigerinoides bisphericus TODD (?)
Hastigerina praesiphonifera BLOW
Orbulina bilobata (d'ORBIGNY) ou *Praeorbulina transitoria* (BLOW)

Couche 27

Globigerinoides trilobus (REUSS)
Globigerinoides subquadratus BRONNIMANN
Globigerinoides cf. *obliquus* BOLLI
Globoquadrina baroemoenensis (LE ROY)
Possible *Praeorbulina* sp.

Couche 29b

Globigerinoides trilobus (REUSS)
Globigerinoides subquadratus BRONNIMANN
Praeorbulina transitoria (BLOW) (?)
Autres indéterminables

Les foraminifères planctoniques sont rares et souvent mal conservés par recristallisation du test; d'autre part, les faciès sont trop littoraux pour le bon développement des Orbulines. Malgré de telles conditions, qui imposent certaines réserves, on peut noter que: *Globigerinoides trilobus*, représenté dès la c. 4, apparaît au Burdigalien; l'association de la c. 17 indique probablement le Burdigalien supérieur (avec quelque réserve); celle de la c. 25 est compatible avec le Burdigalien (sans doute supérieur)

et le Langhien; les planctoniques de la c. 27 suggèrent très probablement le Burdigalien supérieur; l'association de la c. 29b n'est certainement pas beaucoup plus récente.

En ce qui concerne les ostracodes, on a récolté quelques espèces dont *Bosquetina pectinata* dans les couches moyennes de la formation, à Arrifão; au Portugal l'espèce en cause n'est connue qu'au Burdigalien du bassin du Tage, où l'on connaît des associations très riches.

La faune de vertébrés comprend de nombreux poissons. Le plus souvent il s'agit de formes littorales, sténothermes d'eau chaude (tropicales), par exemple le requin-citron (*Negaprion*), le requin-tigre (*Galeocerdo*), des *Hemipristis* et, plus rarement, de formes propres à des eaux particulièrement chaudes comme *Ginglymostoma*, le requin-dormeur. L'absence des formes d'eau profonde et la moindre importance des Lamniiformes (surtout *Procarcharodon* et *Isurus*) en sont une contre-preuve. Les Téléostéens donnent des renseignements semblables avec l'abondance d'espèces des eaux chaudes littorales (par ex. des *Sphyræna* de grosse taille), ainsi que des brouteurs de coraux (*Balistes*).

La plupart des restes de vertébrés provient des couches moyennes et supérieures de la formation. Comme l'échantillonnage paraît homogène, on peut considérer ensemble toutes les récoltes sans trop d'inconvénients; la faune ichthyologique correspond bien à celles du Burdigalien et du Langhien de Lisbonne, pourtant elle est nettement distincte de celles du Serravallien et du Tortonien. La présence pas très rare de crocodiliens (*Tomistoma* cf. *lusitanica*) et l'absence de Cétacés en sont des indications concordantes.

Du point de vue paléocéologique il est hors de doute que les dépôts en cause ont été déposés en des milieux chauds, côtiers et à faible profondeur.

Une remarque au sujet des conglomérats à valves d'huîtres et pectinidés, bien développés dans le diapir de Albufeira et leurs alentours, est nécessaire ici. Bien qu'ils aient été confondus avec la formation carbonatée de Lagos-Portimão et représentés ensemble dans les cartes géologiques nous pensons qu'ils représentent un épisode sédimentaire tout à fait distinct. En effet, ces conglomérats reposent en discordance soit directement sur des roches mésozoïques, soit sur la formation carbonatée qu'ils ravinent, et qui avait déjà été soumise à une très active érosion karstique, donc après leur émergence. Leur répartition géographique est également fort différente. En outre, les conglomérats résultent d'une sédimentation fort rapide et à très haute énergie, en rapport avec la destruction de bancs à huîtres qui ont existé aux environs; une rupture avec changement radical des conditions de sédimentation a eu lieu. L'âge doit être Miocène moyen, sans qu'il soit possible de préciser davantage; des corrélations approximatives avec d'autres dépôts de l'Algarve sont indiquées dans le tableau final.

CONCLUSIONS SUR L'ÂGE DE LA FORMATION CARBONATÉE DE LAGOS-PORTIMÃO

- L'âge est certainement pré-Serravallien.
- L'âge des couches basales (c. 1 à c. 3 de la Coupe de Praia Grande) reste à préciser, il semble compatible avec le Burdigalien inférieur ou même avec l'Aquitainien.
- Il semble essentiellement burdigalien à partir de la c. 4, bien que l'on ne puisse pas exclure, dans l'état actuel des connaissances, que les couches sommitales puissent atteindre le Langhien.
- En particulier, les couches c. 17 à c. 27 peuvent correspondre au Burdigalien supérieur.
- Il faut rejeter des interprétations qui admettaient un âge allant du Langhien au Serravallien supérieur (en traduisant en termes actuels la nomenclature qui a été employée) ⁽²⁾.

b) Série sableuse de Olhos de Água — rapports avec les couches de Auramar et les conglomérats à huîtres et pectinidés de Albufeira

La formation carbonatée de Lagos-Portimão évolue; vers le sommet et vers l'Est, on passe à des couches de plus en plus sableuses. Ce fait peut être constaté à Auramar (Praia da Oura), où les couches carbonatées, riches en oursins de forte taille, sont surmontées par des assises moins fossilifères et plus riches en matériel détritique. La présence de l'ostracode *Nonurocythereis seminulum* (c. 6) donne clairement une limite inférieure, car cette espèce est inconnue, notamment dans le bassin du Tage, avant le Serravallien; l'âge des assises supérieures marines de Auramar est donc compatible avec cet étage.

Plus à l'Est il y a des conglomérats, sables et quelques dépôts argileux qui semblent représenter, au moins en partie, un passage latéral des couches de Auramar et/ou qui leur succèdent. Le terme extrême de telles variations latérales semble correspondre à la série sableuse qui est bien exposée à Olhos de Água. On voit ici le passage de couches très détritiques mais encore carbonatées, visibles dans la plage, à des sables jaunâtres auxquels succèdent des sables blancs, feldspathiques, chargés de graviers en provenance de roches bien plus anciennes (Trias et Paléozoïque). Ces sables, typiquement fluviaux, se sont constitués grâce à l'apport de matériaux en provenance de roches ignées très lointaines, non représentées en Algarve. À leur tour les sables fluviaux sont recouverts par des sables grossiers à niveaux conglomératiques peu épais; le plus inférieur a livré des restes de vertébrés marins très roulés, tandis qu'un autre niveau, un peu plus haut, est localement riche en valves d'huîtres, avec de rares pectinidés.

⁽²⁾ On n'a pas assez tenu compte de la présence de Pectinidés particulièrement fréquents au Burdigalien, bien que leur distribution verticale soit généralement très étendue. Le moins qu'on puisse dire c'est que les Pectinidés ne prouvent pas l'âge attribué jadis à la formation en cause.

La faune de vertébrés comprend des poissons dont *Procarcharodon megalodon* et *Isurus hastalis* (très fréquent); cependant *Hemipristis* est rare, *Negaprion* semble absent, et les *Ginglymostoma* et *Sphyræna* de grosse taille n'ont jamais été trouvés malgré le tamisage de plusieurs mètres cubes de sédiments. Un fragment de dent documente la présence du crocodilien *Tomistoma* cf. *lusitanica*, tandis que les mammifères sont représentés par un sirénien, *Metaxytherium medium* (fréquent) et par des Cétacés. En ensemble, la faune de vertébrés indique des conditions moins strictement tropicales que celle de la formation de Lagos, et un milieu très côtier à la lisière de plages. Les sables marins sont finalement recouverts par des sables et graviers de couleur rouge considérés comme plio-pleistocènes.

Enfin, notons que des ressemblances de conditions de formation, en des milieux à la limite d'environnements marins (mais à caractère très littoral), estuariens et même fluviaux à niveaux énergétiques généralement assez élevés, suggèrent la possibilité d'un rapprochement avec les conglomérats à huîtres et pectinidés d'Albufeira, mentionnés à propos de la formation de Lagos-Portimão.

CONCLUSIONS SUR L'ÂGE DE LA SÉRIE SABLEUSE D'OLHOS DE ÁGUA

- L'âge des assises marines supérieures d'Auramar est compatible avec le Serravallien, et presque certainement post-Langhien.

- Les vertébrés d'Olhos de Água indiquent un âge certainement post-Langhien, sont compatibles avec un âge Serravallien, semblent (de façon moins sûre) pré-tortonniens, sont sans aucun doute ante-pliocènes.

- La plupart des sables d'Olhos de Água, qui ont été rapportés dans ensemble au Plio-Pleistocène, est donc plus ancienne, pour l'essentiel du Miocène moyen.

- Malgré l'insuffisance des données disponibles on peut admettre, au moins à titre provisoire, des corrélations avec les conglomérats à huîtres et pectinidés d'Albufeira.

- Il faut des données supplémentaires pour pouvoir définir formellement des formations parmi les dépôts sableux en question.

c) Dépôts marins de Faro-Luz de Tavira-Tavira

CHOFFAT (1950, p. 166) affirme avoir vu à Ponte das Lavadeiras, juste à la sortie E de Faro, des calcaires lacustres gris cendré à *Bulimus*, *Pupa*, *Planorbis*, *Limnaea* et *Helix*; il ajoute que «les sables des environs de Tavira contiennent des inclusions de calcaire ayant l'aspect lacustre» (*ibid.*). Ces observations sont bien antérieures au décès de CHOFFAT en 1919. Toutefois de nouvelles recherches dans les régions en cause n'ont pas permis de trouver calcaires limniques à Ponte das Lavadeiras.

Par contre, à Amaro Gonçalves et Morgadinho des assises continentales fort développées surmontent des

couches miocènes marines. Ces dernières, sont constituées par des conglomérats très consolidés, à galets bien roulés, contenant quelques fossiles (gros balanes, huîtres et d'autres mollusques) passant à des lumacheles toujours très grossières.

On a quand même obtenu quelques nouvelles données grâce à l'ouverture d'un puits dont le fond a été le point de départ d'un forage pour captation d'eau, à Morgadinho, près de Luz de Tavira. On a coupé successivement, d'après le propriétaire:

- près de la surface, des silts plus ou moins carbonatés, jaune foncé à ocre (épaisseur?);

- calcaires gris, compacts, à nombreux gastéropodes d'eau douce (épaisseur?);

- marnes à concrétions calcaires, à charophytes, moules de gastéropodes et ostracodes (entre 16 et 20 mètres de profondeur, environ);

- sables fins, gris, non consolidés (entre 20 et 30 m env.). Fonds du puits;

- sables fins, jaunes, non consolidés, traversés par le forage (entre 30 et 40 à 50 m, env.);

- sables fins, blancs, riches en minéraux lourds, très bien calibrés (entre 50 et 60 m, env.). Fin du forage.

Les gastéropodes sont représentés par des formes d'eau douce (*Planorbis*); les gyrogonites de charophytes, plutôt rares, ont permis de reconnaître un *Lichnothamnus* aff. *duplicicarinatus*. Enfin, deux ostracodes dulçaquicoles sont présents, *Ilyocypris* gr. *gibba* (forme très voisine d'autres connues au sommet de l'Aquitainien lisbonnais et bien plus haut, dans le Vallésien supérieur de Freiria de Rio Maior) et *Candona* sp.

La succession observée à Ponte das Lavadeiras est la suivante:

- vers la base, des conglomérats à gros galets de roches sédimentaires mesozoïques et de roches basiques très altérées, qui passent à des

- calcarénites très riches en fossiles: mollusques, oursins et surtout des Heterostegines de très grosse taille en accumulations souvent spectaculaires,

- enfin, des silts fossilifères de couleur jaunâtre.

Les corrélations avec la formation carbonatée de Lagos-Portimão ne semblent pas possibles. Les couches en question ne sont pas comparables non plus à la formation plus moderne, de Cacela; des différences de faciès et probablement une mer plus chaude, permettant l'excellent développement des Heterostegines, sont des obstacles à un tel rapprochement. Y-aurait-il des rapports avec les assises marines très littorales d'Auramar et Olhos d'Água? Ce n'est pas impossible, mais c'est une hypothèse mal fondée à l'heure actuelle.

Par contre, les assises marines de Ponte das Lavadeiras semblent correspondre à d'autres entre Amaro Gonçalves et Luz. Or, l'affleurement entre Arroiteia et Murteira, au Nord de Fuzeta, dans cette même région (tranchées de la route), a livré des foraminifères planctoniques:

Globigerinoides trilobus (REUSS)
Globigerinoides subquadratus BRONNIMANN
Orbulina suturalis BRONNIMANN (fréquent)
Orbulina bilobata (d'ORBIGNY) (rare, 1 spéc.).

Cette association exclut un âge Miocène inférieur; elle est compatible avec le Miocène moyen mais pourrait atteindre le Tortonien.

CONCLUSIONS SUR LA DATATION DES DÉPÔTS CONTINENTAUX ET MARINS DE FARO-LUZ DE TAVIRA-TAVIRA

- On ne peut pas exclure un âge Miocène moyen (plutôt tardif) pour les dépôts marins entre Faro et Tavira, mais il faut obtenir des renseignements complémentaires. Un âge Tortonien inférieur paraît possible.

- Les assises continentales qui leur succèdent sont post-Tortonien.

- Les assises marines sont ainsi nettement plus récentes que la formation carbonatée de Lagos-Portimão, donc non corrélatives (comme il a été admis); toutefois leurs rapports avec les dépôts marins d'Olhos de Água, Auramar et avec les conglomérats de Albufeira restent à préciser.

d) Assises continentales et marines à l'intérieur de l'Algarve, Tunes-Mem Moniz

La connaissance de quelques affleurements miocènes à l'intérieur de l'Algarve était limitée à la région de Vila do Bispo, Bensafrim et S. Bartolomeu de Messines. Exceptés ces derniers, tous semblent en rapport avec la formation de Lagos-Portimão.

Il y a pourtant des dépôts miocènes fort épais vers le centre de l'Algarve, à Tunes et Mem Moniz. Leur connaissance est à la fois plus récente et plus incomplète.

Ainsi, des forages exécutés en 1972 à Tunes pour l'implantation de la Centrale Thermoélectrique (dont les résultats nous ont très aimablement été communiqués par F. Moitinho de Almeida) ont traversé des dépôts continentaux, inconnus en surface dans la région. À Tunes on a reconnu trois unités: la plus inférieure se compose d'argiles marneuses brunes ou rougêtres à rares passées sableuses; l'unité intermédiaire comprend des argiles marneuses grises peu consolidées à gastéropodes (*Planorbis*) et ostracodes d'eau douce, autre des débris de végétaux parfois incarbonisés; la dernière unité inclue des argiles et marnes en général jaunâtres, à concrétions carbonatées, avec des lentilles de calcaires limniques à moules de petits gastéropodes.

Ces assises à fossiles limniques posent des questions auxquelles on ne peut pas encore répondre. Des calcaires silicifiés à *Planorbis*, *Limnaea* et charophytes sont connus à S. Teotónio, Odemira. ROMAN (in ROMAN & TORRES, 1907) les a rapportés au «Pontien». Toutefois d'autres les ont datés du Pliocène, notamment sur la base de critères morphologiques. Cependant l'hypothèse de

ROMAN ne peut pas être exclue: il y a d'autres dépôts en Alentejo plus ou moins calcaires, à gastéropodes terrestres ou limniques, quelquefois considérés comme quaternaires (il y en a également) mais plus anciens, qui témoignent l'ampleur des conditions ambiantales propices à leur genèse. Il est tentant de les comparer aux calcaires semblables de Ribatejo (Cartaxo, Almoster, Rio Maior, Santarém), datés du Vallésien supérieur. Et en Algarve? En serait-il de même pour les calcaires limniques et dépôts associés de Tunes et Morgadinho? Il n'y aurait aucun témoin intermédiaire, même par rapport à S. Teotónio? Ce dernier point aurait pu avoir une réponse s'ils étaient corrélatifs des calcaires siliceux qui affleurent au NNW de Budens, en Algarve occidentale, représentés dans la carte 1:50 000 avec la convention du Portlandien-Kimmeridgien, J4-5 (ROCHA, 1976); certainement tertiaires, ils correspondraient aux calcaires siliceux pas très éloignés de S. Teotónio. De nouvelles recherches sont indispensables pour vérifier ces hypothèses d'interprétation.

On n'a pas pu vérifier les rapports stratigraphiques entre les assises continentales dont il a été question et les dépôts marins de Tunes-Mem Moniz. Toutefois, tant la position géométrique que la distribution géographique font croire à ce que les dépôts marins sont plus récents que les couches continentales, dont la genèse est liée à la subsidence de la région, qui a permis, dans un stade plus avancé, une incursion de la mer.

Les renseignements concernant les dépôts marins sont encore insuffisants. Les faciès prédominants étant très différents de ceux représentés sur le littoral, ils ont attiré l'attention de certains chercheurs qui ont présenté une brève communication sur ce sujet (ROMARIZ, PRATES & CORREIA, 1979).

On a fait récemment des progrès considérables. Le caractère le plus frappant des sédiments marins est leur finesse; la couleur est souvent blanchâtre. Ils sont presque dépourvus de macrofossiles, des mollusques notamment. À Mem Moniz des surfaces sédimentaires présentent des os et écailles de poissons (Clupeidés, ?Serranidés). Par contre, les sédiments en cause sont riches en microfossiles, particulièrement bien mis en évidence par l'étude au microscope électronique à balayage. La prépondérance revient clairement à des restes siliceux, surtout des spicules diverses de spongiaires, mais les carapaces de diatomées (en étude) sont très fréquentes et variées. Cependant, les restes carbonatés, souvent partiellement dissous, ne sont pas rares:

— Nannoplancton calcaire (d'après C. MÜLLER):

Helicosphaera carteri (WALLICH)

Reticulofenestra pseudumbilica GARTNER

Coccolithus pelagicus (WALLICH)

Cyclococcolithus macintyreii BURRY & BRAMLETTE

Sphenolithus abies DEFLANDRE

Discolithina multipora (KAMPTNER)

Cette association est typique d'eaux froides, probablement en rapport avec des phénomènes d'«upwelling».

— Foraminifères benthiques :

Nonion boueanum (d'ORBIGNY) (fréquent)
Bolivina sp. (fréquent)
Cassidulina sp.
Hopkinsina sp.
Ammonia sp.
Cibicides lobatulus (WALKER & JACOB)

— Foraminifères planctoniques :

Globigerina praebulloides BLOW
Globigerina druryi AKERS
Globigerina cf. *nepenthes* TODD
Globorotalia acostaensis BLOW (senestre, 2 spéc.)
Globorotalia continuosa BLOW
Globoquadrina sp. (1 spéc.)
Globigerinoides cf. *obliquus* BOLLI

Les foraminifères benthoniques correspondent à un milieu très littoral, tandis que les planctoniques indiquent (avec quelque réserve car il faut davantage de matériel) un âge tortonien; *Globorotalia acostaensis* est même le fossile typique de la zone N16 de Blow.

Les premières données sur les ostracodes de Tunes sont intéressantes: autre *Aurila zbyzskewskii*, l'association comprend *Nonurocythereis seminulum* et *Carinocythereis galilea*, formes qu'indiquent dans leur ensemble le Miocène supérieur.

Les dépôts en cause, des spongolithes/diatomites, se sont déposés en milieu marin plutôt froid; de telles conditions sont incompatibles avec le Miocène inférieur, le Langhien et (peut être à moindre degré) le Serravallien, par contre elles semblent plus proches de celles du Tortonien, car il y a eu alors un refroidissement considérable.

CONCLUSIONS SUR LES ASSISES CONTINENTALES ET MARINES DE TUNES-MEM MONIZ

• L'âge des assises continentales de Tunes ne peut pas actuellement être précisé. On admet comme possibles, mais à vérifier, des corrélations avec les calcaires siliceux «pontiens» à gastéropodes limniques de S. Teotónio; des témoins en position intermédiaire étant des calcaires silicifiés des environs de Budens. L'âge ne doit pas être très différent, des calcaires limniques d'Alentejo.

• Les spongolithes/diatomites marins de Mem Moniz peuvent être en rapport avec un stade plus avancé de la même phase transgressive responsable, un peu plus tôt, dans ses premiers stades, du dépôt des assises marines de Faro-Ponte das Lavadeiras, de Arroiteia et Murteira (au Nord de Fuzeta), et peut-être aussi de Luz de Tavira.

• Le régime marin, qui a succédé à un régime continental (fluvio-limnique), s'est établi vraisemblablement aux premiers temps du Miocène supérieur dans un golfe pas très profond orienté à peu près SE-NW.

• L'âge des spongolithes/diatomites de Tunes-Mem Moniz serait, avec quelque réserve, tortonien (?atteignant à peu près N16, zone à *Globorotalia acostaensis*).

• Par leurs caractères lithologiques, paléontologiques et paléoclimatiques, des corrélations sont à exclure entre les spongolithes/diatomites de Tunes-Mem Moniz et: a) la formation de Lagos; b) les couches marines d'Olhos de Água et Auramar (Praia da Oura), et les conglomérats à huîtres et pectinidés de la région de Albufeira.

• D'autre part, l'évolution de la série en cause ici, caractérisée par le passage de faciès continentaux à d'autres franchement marins qui ont persisté assez longtemps, est très différente de celle de la formation de Cacela; celle-ci débute par des couches marines transgressives, toujours très littorales, passant à d'autres à faune appauvrie correspondant à un milieu marin confiné. Des corrélations ne semblent pas possibles, même si l'on ne tient pas compte des différences d'âge.

• Par des raisons semblables à celles invoquées à propos de la série sableuse d'Olhos de Água, nous ne définissons pour le moment des unités lithostratigraphiques formelles concernant les dépôts en question ici.

e) La formation de Cacela

En Algarve orientale, aux environs de Cacela, une nouvelle transgression marine a permis la genèse, directement sur le Trias ou même sur le Carbonifère, de conglomérats peu épais qui passent à des dépôts essentiellement silteux, les uns et les autres très fossilifères. Le gisement principal, sur les berges de la rivière de Cacela, doit sa renommée à l'abondance et variété de mollusques à coquilles particulièrement bien conservées, souvent avec des traces de couleur.

La faune malacologique a été étudiée par PEREIRA DA COSTA (1866); puis par COTTER, qui en a donné des listes très complètes (1879; in DOLLFUS *et al.* 1903-1904; COTTER in CHOFFAT, 1950); par CHAVAN (1940), dans une note faisant suite à un article de BOURCART & ZBYZSEWSKI (1940); en ce qui concerne les pectinidés, par VEIGA-FERREIRA (1951); enfin, une nouvelle espèce de lamellibranche fût décrite par FRENEIX (1957), et un gastéropode nouveau par BRÉBION (1957).

Un âge tortonien a été admis par COTTER, tandis que CHAVAN (*loc. cit.*), après des comparaisons avec des gisements du Maroc dont Dar-bel-Hamri, s'est prononcé pour un âge «sahélien». Toutefois on y a introduit une difficulté supplémentaire (*id.*, p. 68) en admettant d'après des récoltes de BOURCART, que celles d'autres chercheurs n'ont jamais permis de corroborer jusqu'à présent, la présence de *Chlamys excisa* «dans les couches de base du Pliocène, transgressif sur le Miocène supérieur et nettement discordant». Cette idée de discordance est exprimée par BOURCART & ZBYZSEWSKI (1940, p. 35) en considérant que le passage des «sables glauconieux» aux «sables jaunes calcaires» qui les

recouvrent «est brutal, sans transition», pour affirmer ensuite qu'il «évoque une transgression sur une surface structurale (pseudoconcordance parfaite)». Les mêmes auteurs (*id.*, p. 35) indiquent également que les «sables fins micacés jaunâtres qui, dans la réalité, sont une craie à 90 pour cent de calcaire» contiennent, dans la falaise vers l'Est de Cacela, «des fossiles caractéristiques en Andalousie et au Maroc, du Pliocène, soit: *Lissochlamys excisa*, *Ostrea lamellosa*, *Ch. scabrellus* var. *bollenensis*».

Ces interprétations ont été une source de confusions. D'abord, nous ne voyons aucun argument solide pour soutenir l'existence d'une discordance quelconque, tous les dépôts en cause s'intégrant bien dans la même série sans que rien ne suggère le besoin de distinguer deux unités lithostratigraphiques majeures. Ensuite, l'attribution au Pliocène des sables et silts fins, jaunâtres, basée essentiellement sur la présence de *Chlamys excisa* (que nous n'avons jamais récolté à Cacela, et qui n'a pas été vu par VEIGA-FERREIRA lors de ses études sur les Pectinidés de l'Algarve) est exagérée: même s'il y en a vraiment, la conclusion à tirer n'est pas forcément que la couche est pliocène mais, au contraire, que *Chlamys excisa* apparaît depuis le Miocène supérieur, comme il a été vérifié ailleurs. Troisièmement, l'étage Sahélien a été supprimé depuis longtemps, car il était fondé sur des dépôts en continuité parfaite avec le Tortonien et où l'on n'a pu déceler que des différences minimales quant au contenu paléontologique.

On revient donc à la question fondamentale de savoir, grâce à une datation plus fine, si la formation de Cacela peut être corrélée avec le Tortonien et/ou avec le Messinien. Nous allons maintenant essayer de l'éclaircir à la lumière de nouvelles données que nous avons obtenues, et qui concernent les couches inférieures de Cacela, franchement marines; des recherches intensives pour l'obtention de microfaune dans les couches intermédiaires de Cacela (silts jaunâtres) et dans les couches supérieures de Cacela (silts gris) n'ont pas donné des résultats positifs.

Les sédiments *a priori* les plus favorables sont ceux de la couche silto-argileuse gris-bleuâtre qui est bien exposée sous le pont de Cacela; les organismes planctoniques y sont nombreux mais peu variés, difficulté qui a pu être plus ou moins surmontée grâce au lavage de plus d'une centaine de kilogrammes. On y a récolté:

— Nannoplancton calcaire (d'après C. MÜLLER):

Reticulofenestra pseudumbilica GARTNER

Helicosphaera carteri (WALLICH)

Discoaster variabilis MARTINI & BRAMLETTE

Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAAR.)

(remaniements de l'Eocène).

La connaissance du groupe est très incomplète (il n'a ailleurs été l'objet que de recherches préliminaires). L'aspect le plus intéressant est la présence de remaniements de l'Eocène, alors que les formations du Tertiaire

ancien sont totalement inconnues dans la région; il n'en a pas sur le continent, et elles ne semblent pas avoir été reconnues dans la plate-forme continentale voisine. Cependant il y a d'importants affleurements d'Eocène marin dans des régions voisines d'Espagne, presque jusqu'à Seville.

— Foraminifères benthoniques:

Spiroplectammina carinata (d'ORBIGNY)

Marginulina sp.

Heterolepa sp.

Ammonia sp.

Nonion sp.

Uvigerina sp.

etc.

— Foraminifères planctoniques:

Sphaeroidinellopsis seminulina (SCHWAGER)

Globigerina bulloides d'ORBIGNY

Orbulina universa d'ORBIGNY

Globigerinoides obliquus BOLLI

Globigerinoides extremus BOLLI & BERMUDEZ

Globorotalia aff. *conomiozea* KENNETT

Globorotalia scitula (BRADY)

Globorotalia pseudomiocenica BOLLI & BERMUDEZ

Globorotalia menardii (d'ORBIGNY)

Globorotalia acostaensis BLOW (senestre)

Globorotalia humerosa TAKAYANAGI & SAITO (senestre)

Globorotalia altispira CUSHMAN & JARVIS

L'association de foraminifères planctoniques indique le sommet de la zone N16 ou plutôt la zone N17 de Blow (qui équivaut à peu près à la zone à *Globorotalia humerosa/dutertrei*).

La faune d'ostracodes est très riche en individus et très variée. Outre une vingtaine d'espèces encore en étude, on a identifié (les formes les plus intéressantes du point de vue stratigraphique sont signalées par un *):

* *Aurila* (*Cymbaurila*) *diecii* SISSINGH

Aurila zbyszewskii NASCIMENTO

* *Aurila* ex. gr. *semilunata* (REUSS)

Aurila sp.

Bosquetina carinella (REUSS)

Bythocythere cf. *turgida* SARS

Callistocythere canaliculata (REUSS)

Callistocythere aff. *canaliculata* (REUSS)

Callistocythere vigneuxi MCKENZIE, DUC., DUF., PEYP.

Carinocythereis antiquata (BAIRD)

* *Carinocythereis galilea* RUGGIERI

Carinivalva carinata (MOYES)

Costa batei (BRADY)

Costa punctatissima RUGGIERI

Cushmanidea curvata (BOSQUET)

Cyamocytheridea reversa (EGGER)

Cytherella aff. *compressa* (MÜNSTER)

Cytherella confusa LIENENKLAUS

Cytheretta orthezensis MOYES
Cytheretta rhenana rhenana TRIEBEL
Cytherura alata LIENENKLAUS
Echinocythereis scabra (MÜNSTER)
Henryowella asperima (REUSS)
Hermanites haidingeri (REUSS)
Leptocythere foveolata MOYES
Loxoconcha parvula MOYES
Loxoconcha punctatella (REUSS)
Neocytherideis linearis (ROEMER)
 * *Nonurocythereis seminulum* (SEGUENZA)
Paracypris polita (SARS)
Parakrithe sousthenensis (MOYES)
Paracytheridea triquetra (REUSS)
Pontocythere lithodomoides (BOSQUET)
Pterygocythereis ceratoptera (BOSQUET)
Pterygocythereis jonesii (BAIRD)
Rectobuntonia posteropunctata MOYES
Ruggiera tetraptera tetraptera (SEGUENZA)
Urocythereis favosa (ROEMER)
Xestoleberis glabrescens (REUSS)

Vu la relative proximité entre l'Algarve et la région méditerranéenne, des comparaisons entre les faunes d'ostracodes respectives semblent tout à fait valables.

En particulier, les espèces signalées avec un * sont totalement inconnues dans le Pliocène méditerranéen, et il en est de même pour le Pliocène du Portugal, dont plusieurs gisements ont été étudiés en détail du point de vue de la faune d'ostracodes. Par contre elles sont encore abondantes ailleurs au Tortonien, même au Tortonien supérieur. À Cacela, la forme la plus représentée ne l'est que par une vingtaine de spécimens (sur 2000 environ), ce qui indique des stades très avancés de raréfaction des populations, apparemment près de leur extinction.

Il semble donc que l'association d'ostracodes indique plutôt un âge messinien.

CONCLUSIONS SUR LA FORMATION DE CACELA

- Pour la première fois on peut donner une datation précise pour la formation de Cacela, basée à la fois et indépendamment sur les foraminifères planctoniques et les ostracodes; la base se place peut-être au Tortonien terminal, le reste correspond au Messinien. En effet la couche datée, à peine à 3 mètres environ de la base, date du Tortonien tout à fait supérieur sinon déjà du Messinien; on peut attribuer cette datation à l'ensemble du premier membre de la formation, les *couches inférieures de Cacela*.

- Les *couches inférieures de Cacela*, riches en mollusques, sont donc plus récentes que les derniers niveaux bien datés du Miocène lisbonnais, de la classique division VIIb (dont la faune malacologique a souvent été comparée avec celle de Cacela); il est question pour celle-ci des zones N15 ou N16 de Blow, qui n'atteignent pas le Tortonien supérieur.

- À plus forte raison, le membre intermédiaire, les *couches intermédiaires de Cacela* qui recouvrent en continuité les précédentes — essentiellement silteuses, jaunâtres, à faune malacologique très appauvrie et généralement représentée par des moules, surtout de lamellibranches, de très petite taille, avec quelques concrétions calcaires —, sont d'âge messinien; ces couches semblent avoir été déposées dans un milieu marin confiné et en des conditions de plus en plus défavorables pour la faune aquatique.

- Sont encore à rapporter au Messinien les *couches supérieures de Cacela*, qui représentent le troisième et dernier membre de la formation comprenant des roches argilo-silteuses grises, à très petits moules de mollusques (surtout lamellibranches) et autres invertébrés, affleurant près du carrefour des routes vers Castro Marim (EN125-6) et Vila Real de Santo António (EN125) —; outre leurs rapports avec les autres membres de la formation, les caractères paléontologiques indicatifs de milieu confiné avec une salinité probablement réduite, et l'absence de matériel détritique grossier ne permettent pas de les inclure parmi les dépôts du Pliocène.

III. ÉVOLUTION GÉOLOGIQUE DE L'ALGARVE AU MIOCÈNE

Les résultats principaux, indiqués en particulier dans les conclusions précédentes, sont condensés dans le schéma suivant, adapté et mis à jour d'après celui qui a été envoyé en 1980 au Secrétariat du Projet n.º 25 IGCP/IUGS/UNESCO, Bratislava. La présentation graphique, appuyée sur une échelle chronologique verticale, ne permet pas de représenter les contacts entre unités d'âge différent dès qu'elles soient séparées par un hiatus. Par contre, elle rend mieux leur âge relatif (fig. 1).

Si l'on regarde le Miocène d'Algarve d'un point de vue très général, on se rend compte aussitôt que les unités sont de plus en plus récentes vers l'Est (fig. 2). On aurait successivement:

- En Algarve occidentale, le rejeu de fractures avec affaissement «en touches de piano» de direction subméri-dienne et subsidence générale ont permis ou facilité une transgression qu'il est maintenant possible de dater du Miocène inférieur. Dans un milieu marin côtier, à eaux chaudes, à niveaux énergétiques assez élevés, se sont formés surtout des biocalcarénites très fossilifères mais pauvres en organismes planctoniques qui constituent la formation carbonatée de Lagos-Portimão. Cette formation, représentée aujourd'hui dans la région littorale dès les environs de Sagres jusqu'à Olhos de Água, souvent en de très belles falaises côtières, s'étend à l'intérieur, quelquefois en petits lambeaux (Serra do Espinhaço de Cão, Bensafirim) qui mettent en évidence la grande étendue vers l'intérieur, et même sur le socle; ces lambeaux témoignent l'ampleur de la transgression aquitano? — burdigalienne en Algarve. Les assises supé-

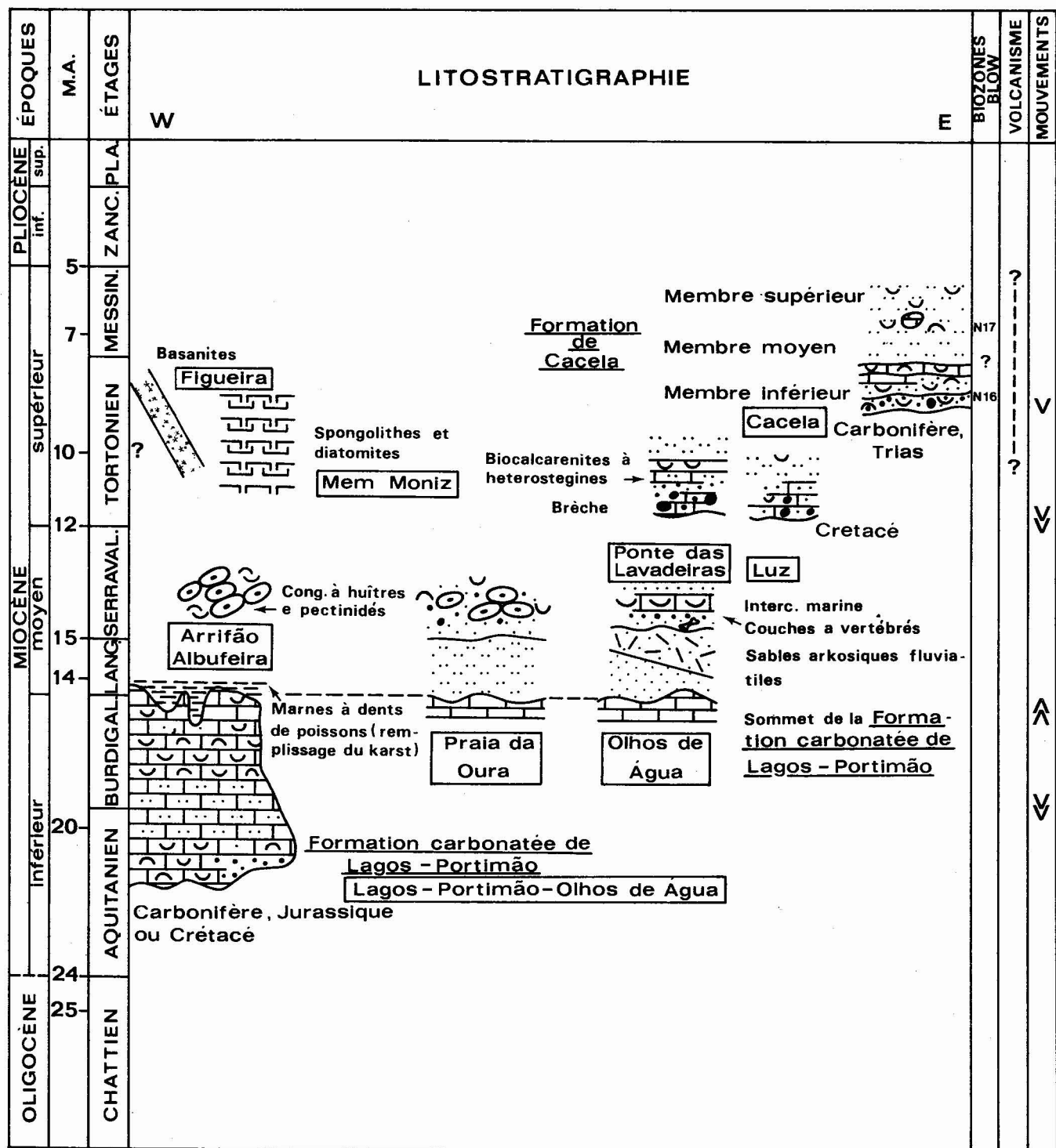


Fig. 1 — Miocène de l'Algarve. Unités principales, corrélations, datation et données complémentaires

rieures de la formation de Lagos, visibles, par exemple, entre Praia da Oura, Auramar et Olhos de Água (où elles disparaissent) se chargent de plus en plus de matériel détritique grossier; terrigène; cette situation indique une régression accentuée dont une des conséquences a été l'exondation de la région. En fait, la formation de Lagos était déjà fort réduite à la hauteur du diapir de Albufeira, qui apparaît comme une limite géologique importante. Les changements sont plus importants qu'il ne paraît d'après la littérature et la cartographie, car on a confondu avec la formation de Lagos les conglomerats à huîtres et

pectinidés de Albufeira, lesquels semblent — apparemment — amplifier la répartition de la formation vers l'Est et l'intérieur.

Une succession complexe d'événements s'est succédée après. La compression exercée par la plaque africaine contre la plaque européenne s'est traduite notamment par la collision des massifs bétique et hespérique vers la fin du Burdigalien-Langhien inférieur; la compression bétique en est l'un des aspects. Une conséquence a été le renouveau du relief (phase orogénique neocastillane) qui a entraîné une érosion accrue; la sédimentation fluviale

indiquer une pente considérable des surfaces sédimentaires. À Sorbas, une flexure synsédimentaire s'est développée à la suite de l'activité d'une faille, avec discordance angulaire; la sédimentation se poursuit sur de fortes pentes pour s'atténuer au fur et à mesure que progressait le comblement du bassin. Un modèle pas très différent semble avoir été une réalité dans le cas du bassin Tunes-Mem Moniz, lequel s'étendait jusqu'à l'embouchure possible du golfe, vers Ponte das Ladeiras-Tavira.

Bien qu'on n'ait précédemment jamais attiré l'attention sur la datation fine des couches de spongolithes/diatomites et leurs corrélations (ce qui n'est pas étonnant car leur caractérisation est récente), ces dépôts ne sont que des répliques locales de phénomènes de très grande ampleur dans la périphérie de la Méditerranée: bassins du Guadalquivir, de Sorbas (Espagne), Caltanissetta (Sicile), Oran (Algérie), etc. Des interprétations paléocéologiques sur ces «tripolis» qui précèdent les évaporites messiniens, soit d'âge compris entre le Miocène moyen tardif et la partie inférieure du Miocène supérieur, comme des «sediments from a high nutrient coastal upwelling environment, comparable to modern situation in the California and Benguela currents» (GERSONDE, 1979, pp. 1348-1351 — cf. p. 1350); et encore, *ibid.* «... Burckle... postulates a surface water temperature of about 16-18°C for the preevaporitic Messinian diatomites in the Sorbas-Basin (SE Spain) and on Sicily (Selli-unit 2)». Pour les diatomites préévaporitiques de Sicile, «The average temperature ranges from 13-15°C (winter-time) and 18-19° (summer time)» (*id.*). Tout cela s'accorde avec nos observations, même sommaires, et est une contre preuve de l'abaissement des températures que nous avons démontré sur la base de l'étude des réquins du Miocène moyen et supérieur du bassin du Tage (ANTUNES & JONET, 1970). La corrélation entre les assises en partie carbonatées de Luz avec la formation carbonatée de Lagos-Portimão n'est pas envisageable.

La phase distensive tortonienne mentionnée ci-dessus peut être en rapport avec la mise en place de roches filoniennes qui traversent au moins la formation de Lagos. Tel est le cas de la cheminée de Figueira, Portimão ou d'une autre observée jadis à la gare de cette ville, ou d'autres encore, d'après des renseignements de PEREIRA de SOUSA (1931). Avec doute, un épisode d'activité magmatique entre 5 et 10 MA est admis pour l'Algarve (RIBEIRO *et al.*, 1979, p. 90). Du volcanisme d'âge tortonien-messinien (cf., par ex., BELLON *et al.*, 1981, pp. 1035-1038) est bien connu en Espagne méridionale (Murcia): il s'agit des termes ultimes d'une suite à affinité shoshonitique, et les témoins tardifs post-orogéniques du magmatisme calco-alcalin (18 à 5,5 MA) de la marge ibérique méditerranéenne. Au Portugal la réalité d'une activité magmatique miocène a soulevé des doutes qui, pour la plupart, ressemblent fort à des *a priori*.

• En Algarve, la tendance à la différenciation et à l'activité durant le Miocène de bassins successivement

plus modernes de plus en plus vers l'Est est particulièrement évidente dans la région de Cacela (et continue dans la province de Huelva, en Espagne). En effet, un nouveau bassin a commencé vers les derniers temps du Tortonien, avec déposition de sédiments à faciès marin très littoral, d'abord grossiers, recouvrant directement le Carbonifère ou le Trias; cette transgression y a été assez limitée, car elle ne semble pas avoir atteint qu'une aire restreinte, pénétrant à peine quelques kilomètres vers l'intérieur. La présence de quelques galets attribués à la formation de Lagos-Portimão ne peut pas être confirmée, ils peuvent provenir vraisemblablement de roches miocènes de la région de Luz et Tavira. L'essentiel de la formation de Cacela est, comme nous venons de le démontrer, d'âge messinien. Contrairement à certains bassins méditerranéens, il n'y a pas à Cacela d'assises évaporitiques de quelque importance. Par contre on passe également de faciès marins normaux — *Couches inférieures de Cacela* — à d'autres à fortes contraintes écologiques (variations de salinité, conditions euxiniques); en effet, les assises marines proprement dites passent à des couches essentiellement silteuses assez développées — *Couches intermédiaires de Cacela* —, à faune malacologique très appauvrie (exemplaires peu nombreux et de petite taille, appartenant à un nombre très limité d'espèces). Cette faunule n'est pas sans rappeler celle des gisements messiniens d'Algérie et du Maroc (ROUCHY & FRENEIX, 1979, pp. 1061-1070). Cette pauvreté faunistique se maintient dans les assises à l'aspect de diatomites qui constituent les *Couches supérieures de Cacela*, lesquelles pourraient représenter le dernier stade de comblement du bassin.

Enfin, on arrive à la fin des temps miocènes, sans plus de sédimentation marine, dans une région à relief très dégradé et peut-être sous un climat assez aride. Cette évolution finale, contemporaine en partie de la clôture de la Méditerranée, montre que l'évolution géologique de l'Algarve s'est déroulée dans un contexte qui semble être celui de la marge ibérique méditerranéenne, sans parallèle étroit avec ce qui se passait dans le reste de la région où le Portugal est intégrée dans la marge atlantique. Cette situation est celle qui a prévalu dès le Pliocène.

*
* *

Le présent travail est basé sur: des travaux de terrain par J. Pais et M. Telles Antunes; l'étude des foraminifères par Mme G. Bizon, qui a fourni également des données concernant le nannoplancton calcaire d'après Mme C. Müller, que nous remercions particulièrement; l'étude des ostracodes par A. Nascimento, qui a travaillé également sur plusieurs coupes en Algarve occidentale; celle des poissons par S. Jonet et M. T. Antunes, qui s'est occupé aussi des autres vertébrés; des corrélations stratigraphiques établies par M. T. Antunes et J. Pais. La coordination et la rédaction ont été assurées par M. T. Antunes.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTUNES, M. T. (1979) — *Vertebrados fósseis de Olhos de Água e a estratigrafia do Neogénico do Algarve (Nota preliminar)*. Encontro de Geociências. Resumos das comunicações, Lisboa, p. 71.
- ANTUNES, M. T. & JONET, S. (1970) — *Requins de l'Helvétien supérieur et du Tortonien de Lisbonne*. Rev. Fac. Ciênc. Lisboa, 2.^a sér. — C — vol. XVI, fasc. 1.^o, pp. 119-280, 13 figs., 20 pl.
- ANTUNES, M. T., JONET, S. & NASCIMENTO, A. (1982) — *Vertébrés (Crocodyliens, Poissons) du Miocène Marin de l'Algarve Occidentale*. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.^o 6, pp. 9-38, fig. 1-2, 5 pl.
- BELLON, H. et al. (1981) — *Le volcan du cerro del Monagrillo (province de Murcia): age radiométrique et corrélations avec les sédiments néogènes du bassin de Hellin (Espagne)*. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 292, sér. II, pp. 1035-1038.
- BOURCART, J. & ZBYSZEWSKI, G. (1940) — *La faune de Cacela en Algarve (Portugal)*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXI, pp. 3-61, 3 pl.
- BRÉBION, P. (1957) — *Le "Mitra fusiformis" des couches tortoniennes de Cacela est une espèce nouvelle: "Mitra pereirai" n. sp.* Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXXVIII, pp. 241-242.
- CHAVAN, A. (1949) — *Les fossiles du Miocène supérieur de Cacela*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, T. XXI, pp. 61-106, 2 pl., 1 tab.
- CHOFFAT, P. (1950) — *Géologie du Cénozoïque du Portugal*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXX, pp. 9-182, 24 pl., 4 tab.
- COTTER, J. B. (1879) — *Fósseis das bacias terciárias marinhas do Tejo, do Sado e do Algarve*. J. Sc. Math., Phys. e Nat., Lisboa n.^o 7, fasc. 26, pp. 112-122.
- COSTA, F. A. PEREIRA DA (1866) — *Gasterópodes dos depósitos terciários de Portugal*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, pp. 5-252, 28 est.
- DOLLFUS, G., COTTER, J. B. & GOMES, J. (1903-1904) — *Mollusques tertiaires du Portugal. Planches de céphalopodes, gastéropodes et pélecypodes laissées par F. A. Pereira da Costa*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, pp. 1-46, 4 figs. 22 pl.
- ESTEVOU, P. O. D' et al. (1981) — *La spongiofaune Néogène de Sorbas (Andalousie Orientale, Espagne)*. Geol. Médit., t. VIII, n.^o 2, pp. 61-78, 3 figs., 8 pl.
- FERREIRA, O. V. (1951) — *Os pectinídeos do Miocénico do Algarve*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXXII, pp. 153-180, 3 quad. 11 est.
- FRENEIX, S. (1957) — *Lamellibranches nouveaux du Miocène du Portugal*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, T. XXXVIII, pp. 227-239, 3 pl.
- GERSONDE, R. (1979) — *Diatoms in the Mediterranean Neogene, a short review. VII th. Int. Cong. on Medit. Neogene*. Ann. Géol. Pays Hélién. Athènes, T. hors série, fasc. III, pp. 1348-1351.
- MONTENAT, C. & BIZON, G. (1976) — *A propos de l'évolution géodynamique Mio-Pliocène en Méditerranée occidentale. L'exemple du bassin de Vera (Cordillères bétiques, Espagne Méridionale)*. C. R. Somm. Soc. Géol. France, Paris, pp. 15-16.
- PAIS, J. (1982) — *O Miocénico do litoral sul português. Ensaio de síntese*. Estudo complementar para obtenção do grau de Doutor em Geologia pela U. N. L., Lisboa, 47 p., 6 fig.
- RIBEIRO, A. et al. (1970) — *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, pp. 3-114, figs. 1.1-3.40.
- ROCHA, R. (1976) — *Estudo estratigráfico e paleontológico do Jurássico do Algarve ocidental*. Ciências da Terra (U. N. L.), Lisboa, n.^o 2, pp. 9-178, fig. 1.1-6.7, 6 est.
- ROMAN, F. & TORRES, A. (1907) — *Le Néogène continental dans la basse vallée du Tage. 1re partie — Paléontologie par F. Roman avec une note sur les empreintes végétales de Pernes par M. Fliche. 2e partie — Stratigraphie par A. Torres*. Comm. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, pp. 1-88, 19 fig., 5 est.
- ROUCHY, J. M. & FRENEIX, S. (1979) — *Quelques gisements messiniens de Bivalves (formations des tripolis d'Algérie et du Maroc). Signification paleoécologique*. VIIth Int. Cong. Medit. Neogene. Ann. Géol. Pays Hélién. Athènes, T. hors série, fasc. III, pp. 1061-1070, 12 figs.
- SOUSA, F. L. PEREIRA de (1931) — *As erupções na região mesozoica e cenozoica e no carbónico do litoral ocidental do Algarve*. Bol. Acad. Ciênc. Lisboa, Coimbra, vol. III (n.s.), pp. 86-95.